

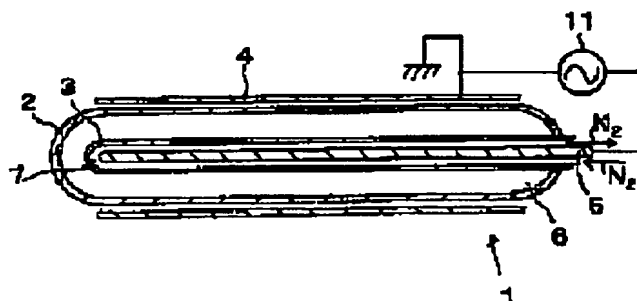
EXCIMER LAMP AND EXCIMER LIGHT EMITTING DEVICE

Patent number: JP11329365
Publication date: 1999-11-30
Inventor: NAKAMURA MASARU
Applicant: QUARK SYSTEMS KK; WATANABE M & CO LTD
Classification:
- international: F21V29/00; H01J61/52; H01J65/00; F21V29/00; H01J61/02; H01J65/00; (IPC1-7): H01J65/00; F21V29/00; H01J61/52
- european:
Application number: JP19980127195 19980511
Priority number(s): JP19980127195 19980511

Report a data error here

Abstract of JP11329365

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an excimer lamp of which internal tube can be cooled with a simple and safe method and also provide an excimer light emitting device using such an excimer lamp. **SOLUTION:** This lamp is an excimer lamp 1 which is provided with a discharge container 2 formed from a dielectric excellent in light transmittance, an internal tube 3 arranged inside the discharge container 2, an external electrode 4 arranged outside the discharge container 2, an internal electrode 5 arranged inside the internal tube 3, and a discharge filler gas 6 filled in the discharge container 2, and with which the excimer is formed by applying a high-frequency voltage between the external electrode 4 and the internal electrode 5, and the internal tube 3 is cooled by a nitrogen gas 7 introduced into the internal tube 3. In order to cool it particularly efficiently, it is preferable that a ratio (d/D) of the inside diameter (d) of the internal tube 3 to the outside diameter D of the internal electrode 5 should be set in the range of 1.1 to 3.0 and a ratio (L/D) of the length L of the internal electrode 5 to the outside diameter of the internal electrode 5 should be set not less than 10 and less than 30.



THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平 1 1 - 3 2 9 3 6 5

(43)公開日 平成11年(1999)11月30日

(51)Int. Cl.⁶

識別記号

F I

H 0 1 J 65/00

H 0 1 J 65/00

A

F 2 1 V 29/00

F 2 1 V 29/00

A

H 0 1 J 61/52

H 0 1 J 61/52

N

審査請求 未請求 請求項の数 8

O L

(全 7 頁)

(21)出願番号 特願平10-127195

(22)出願日 平成10年(1998)5月11日

(71)出願人 597019610

クオークシステムズ株式会社

神奈川県茅ヶ崎市共恵一丁目6番27号 エ

ムオーシー茅ヶ崎ビル

(71)出願人 591277382

株式会社渡邊商行

東京都中央区日本橋室町4丁目2番16号

(72)発明者 中村 勝

神奈川県横浜市保土ヶ谷区岩井町334番地

7 タマイハイツ2号

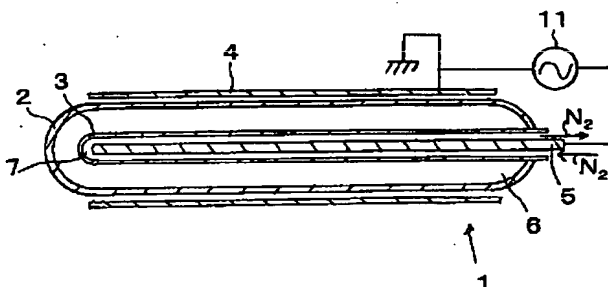
(74)代理人 弁理士 石川 泰男

(54)【発明の名称】エキシマランプおよびエキシマ発光装置

(57)【要約】

【課題】 簡単且つ安全な方法で内部管を冷却することができるエキシマランプおよびかかるエキシマランプを用いたエキシマ発光装置を提供する。

【解決手段】 光透過性に優れた誘電体からなる放電容器2と、放電容器2の内側に配置された内部管3と、放電容器2の外側に配置された外部電極4と、内部管3の内側に配置された内部電極5と、放電容器2内に充填された放電用の封入ガス6とを備え、外部電極2と内部電極5との間に高周波電圧が印加されることによってエキシマが形成されるエキシマランプ1であって、内部管3を、内部管3内に導入される窒素ガス7によって冷却することにより、上記課題を解決する。特に効率よく冷却するために、内部管3の内径dと内部電極5の外径Dとの比(d/D)を1.1以上3.0以下とし、内部電極5の長さLと内部電極5の外径との比(L/D)を10以上30未満とすることが好ましい。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光透過性に優れた誘電体からなる放電容器と、該放電容器の内側に配置された内部管と、前記放電容器の外側に配置された外部電極と、前記内部管の内側に配置された内部電極と、前記放電容器内に充填された放電用の封入ガスを備え、前記外部電極と前記内部電極との間に高周波電圧が印加されることによってエキシマが形成されるエキシマランプであって、前記内部管が、該内部管内に導入される窒素ガスによって冷却されることを特徴とするエキシマランプ。

【請求項 2】 前記内部管の内径 d と前記内部電極の外径 D との比 (d/D) が、1.1 以上 3.0 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載のエキシマランプ。

【請求項 3】 前記内部電極が、棒形状または中空パイプ形状であることを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載のエキシマランプ。

【請求項 4】 前記内部電極の長さ L と前記内部電極の外径との比 (L/D) が、1.0 以上 3.0 未満であることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 3 の何れかに記載のエキシマランプ。

【請求項 5】 前記高周波電圧が、1～20 MHz の高周波で印加されることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 4 の何れかに記載のエキシマランプ。

【請求項 6】 光透過性に優れた誘電体からなる放電容器と、該放電容器の内側に配置された内部管と、前記放電容器の外側に配置された外部電極と、前記内部管の内側に配置された内部電極と、前記放電容器内に充填された放電用の封入ガスを備えたエキシマランプと、前記外部電極と前記内部電極との間に高周波電圧を印加するための高周波電源と、前記内部管内に窒素ガスを導入させるための窒素ガス循環冷却装置とから構成されることを特徴とするエキシマ発光装置。

【請求項 7】 前記内部管の内径 d と前記内部電極の外径 D との比 (d/D) が 1.1 以上 3.0 以下であり、前記内部電極の長さ L と前記内部電極の外径との比 (L/D) が 1.0 以上 3.0 未満であることを特徴とする請求項 6 に記載のエキシマ発光装置。

【請求項 8】 前記高周波電源が、1～20 MHz の高周波電圧を印加することを特徴とする請求項 6 または請求項 7 に記載のエキシマ発光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、エキシマランプおよびかかるエキシマランプを用いたエキシマ発光装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 エキシマランプは、通常、誘電体バリア放電ランプといわれ、光化学反应用の紫外線光源として使用される放電ランプの一種である。エキシマランプか

ら発生する紫外線（以下「エキシマ光」という。）は、エキシマランプ内に充填される放電用の封入ガスの種類によって 172 nm、222 nm、308 nm 等の波長で発光する。これらの波長のエキシマ光のうち、172 nm の波長のエキシマ光は、シリコンウエハー等の素子にダメージを与えないこと、低温で処理できること、凹凸部や基板の隅部まで洗浄が可能なこと等の多くの利点によって、半導体製造工程でのシリコンウエハーの精密洗浄に好ましく適用されている。また、222 nm の波長のエキシマ光は、塩素系有機化合物の分解に好ましく適用されている。

【0003】 こうしたエキシマランプは、通常、放電用ガスが封入された誘電体容器と、その誘電体容器に電圧を印加するための外部電極および内部電極とによって構成される。このエキシマランプの外部電極と内部電極との間に電圧を印加することによって、封入ガスの分子が励起状態となり、この励起状態の分子が他の分子と会合してエキシマが形成され、このエキシマが基底状態に移行する際にエキシマ光が発生する。

【0004】 エキシマランプの誘電体容器は、紫外線の透過率に優れる石英管が一般に使用されている。石英管は、紫外線、特に真空紫外線が照射され且つ熱が加わることによって徐々に劣化していく傾向があるので、エキシマランプ自体の熱の発生を抑制したり、石英管を冷却したりする等の手段によって、石英管の劣化を少しでも防止する試みがなされている。

【0005】 エキシマランプ自体の熱の発生を抑制する手段として、本出願人は、本出願に先立ち、外部電極と内部電極との間に高周波電圧を印加することによって、印加エネルギーをエキシマ光に効率的に変換させて発光効率を向上させ、熱エネルギーへの変換を抑制して、結果的にエキシマランプ自体の熱の発生を抑制したエキシマランプおよびエキシマ発光装置を提案した（未公開出願）。一方、石英管を冷却する手段としては、水を循環させて石英管を冷却させたり、水を循環させた冷却部材にエキシマランプを接触させて石英管を冷却することが従来から知られている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上述のように、エキシマランプ自体の熱の発生を抑制したエキシマランプおよびエキシマ発光装置であっても、発熱をより一層抑制して石英管の劣化を防止することが望ましい。特に、放電容器の内側に内部管を備えたエキシマランプの場合は、内部管を簡単に且つ効率よく冷却することがなされておらず、放電容器に比べて内部管の劣化の度合いが早くなるという傾向があった。そのため、エキシマランプ全体としての寿命が短くなる傾向があった。また、水循環による冷却は、冷却装置の大型化、結露、漏れ等が起こるおそれがあり、好ましいものではなかった。

【0007】本発明の目的は、簡単且つ安全な方法で内部管を冷却することができるエキシマランプおよびかかるエキシマランプを用いたエキシマ発光装置を提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】本発明のエキシマランプは、光透過性に優れた誘電体からなる放電容器と、該放電容器の内側に配置された内部管と、前記放電容器の外側に配置された外部電極と、前記内部管の内側に配置された内部電極と、前記放電容器内に充填された放電用の封入ガスを備え、前記外部電極と前記内部電極との間に高周波電圧が印加されることによってエキシマが形成されるエキシマランプであって、前記内部管が、該内部管内に導入される窒素ガスによって冷却されることに特徴を有する。この発明によれば、内部管内に窒素ガスを導入することによって内部管を冷却することができるので、内部管の劣化の度合いを放電容器の劣化の度合いと同程度にすることができ、エキシマランプの寿命を向上させることができる。特に、200nm以下の真空紫外線領域の波長のエキシマ光を発生させるエキシマランプにおいて、その内部管の劣化をより一層抑制することができる。窒素ガスを冷却媒体としているので、取り扱いが安全であり、エキシマランプの構造も簡単にすることができる。

【0009】前記内部管の内径 d と前記内部電極の外径 D との比(d/D)が、1.1以上3.0以下であることが好ましい。この発明によれば、内部管と、内部管の内側に配置された内部電極との間に一定の間隔が設けられているので、冷却媒体である窒素ガスを内部管内に容易に導入させることができる。その結果、内部管を効率的に冷却することができる。

【0010】前記内部電極が、棒形状または中空パイプ形状であることが好ましい。棒形状または中空パイプ形状とすることによって、冷却媒体である窒素ガスを内部管内に導入し易くすることができる。内部管の両端が開いている場合には、その一端から他端に窒素ガスを流すことによって内部管を冷却することができるので、棒形状の内部電極とすることが好ましい。また、内部管の一端が封止されている場合には、中空パイプ形状の内部電極とすることが好ましく、中空パイプの外側または内側から流入させた窒素ガスを、中空パイプの内側または外側から流出させることができる。

【0011】前記内部電極の長さ L と前記内部電極の外径との比(L/D)が、1.0以上3.0未満であることが好ましい。この発明によれば、内部電極が、あまり細くないので、内部電極が配置される内部管を窒素ガスによって効率よく冷却することができる。

【0012】前記高周波電圧が、1~20MHzの高周波で印加されることが好ましい。外部電極と内部電極との間にこの範囲の高周波電圧を印加することによって、

熱効率がよく、入力電力に対する発光効率に優れたエキシマランプとなる。

【0013】本発明のエキシマ発光装置は、光透過性に優れた誘電体からなる放電容器と、該放電容器の内側に配置された内部管と、前記放電容器の外側に配置された外部電極と、前記内部管の内側に配置された内部電極と、前記放電容器内に充填された放電用の封入ガスを備えたエキシマランプと、前記外部電極と前記内部電極との間に高周波電圧を印加するための高周波電源と、前記内部管内に窒素ガスを導入させるための窒素ガス循環冷却装置とから構成されることに特徴を有する。この発明によれば、内部管に窒素ガスを導入させるための窒素ガス循環冷却装置が設けられているので、内部管を冷却することによって、内部管の劣化の度合いを放電容器の劣化の程度と同程度とすることができ、エキシマランプの寿命を向上させることができる。特に、200nm以下の真空紫外線領域の波長のエキシマ光を発生させるエキシマランプ発光装置において、その内部管の劣化をより一層抑制することができる。窒素ガスを冷却媒体とする循環冷却装置であるので、液体循環装置に比べて取り扱いや装置保全が簡単且つ安全であり、エキシマランプ発光装置全体の構造も簡単にすることができる。

【0014】前記内部管の内径 d と前記内部電極の外径 D との比(d/D)が1.1以上3.0以下であり、前記内部電極の長さ L と前記内部電極の外径との比(L/D)が1.0以上3.0未満であることが好ましい。この発明によれば、内部管と、内部管の内側に配置された内部電極との間に一定の間隔が設けられているので、冷却媒体である窒素ガスを容易に内部管内に容易に導入させることができる。その結果、内部管を効率的に冷却することができる。

【0015】前記高周波電源が、1~20MHzの高周波電圧を印加することが好ましい。外部電極と内部電極との間にこの範囲の高周波電圧を印加することによって、熱効率がよく、入力電力に対してエキシマ発光効率に優れたエキシマランプ発光装置となる。

【0016】

【発明の実施の形態】本発明を図面を参照しながら説明する。

【0017】まず、エキシマランプについて説明する。図1は、本発明のエキシマランプ1の一例を示す断面図である。エキシマランプ1は、光透過性に優れた誘電体からなる放電容器2と、放電容器2の内側に配置された内部管3と、放電容器2の外側に配置された外部電極4と、内部管3の内側に配置された内部電極5と、放電容器2内に充填された放電用の封入ガス6とを備えている。このエキシマランプ1の外部電極4と内部電極5との間には高周波電圧が印加され、放電容器2内にエキシマが形成されてエキシマ光が発生する。そして、このエキシマランプ1の内部管3は、その内部管3内に窒素ガ

10

20

30

40

50

ス7を導入させることによって冷却される。

【0018】放電容器2は、発生したエキシマ光が透過し易い誘電体管であればよい。通常、光透過性に優れた石英管または合成石英管が使用される。放電容器2の外側には外部電極4が配置され、後述する内部電極5との間に高周波電圧が印加される。放電容器2内には、放電用の封入ガス6が充填され、封入されるガスの種類によって、波長の異なるエキシマ光を発光することができる。

【0019】放電用の封入ガス6としては、ヘリウム(He)ガス、キセノン(Xe)ガス、クリプトン(Kr)ガス、アルゴン(Ar)ガス等の希ガス、ArF、ArCl、KrF、XeF、XeCl、XeBr等の希ガスハロゲン化物、またはF₂-Kr-Heその他の混合ガス等が使用される。エキシマランプ1は、封入ガス6の種類によって、172nm、222nm、308nm等の波長のエキシマ光を発光させることができる。そのため、エキシマランプ1の使用目的によって、封入ガス6が選定され、目的に応じたエキシマ光を発生させることができる。例えば、素子や部品に付着した有機化合物の分解には、172nmまたは222nmの波長のエキシマ光が好ましい。この波長のエキシマ光は、大気中または液体中の酸素から酸化力の強い多くの励起酸素原子を直接生成できる。そのため、光子のエネルギーが強く、有機化合物中のC-C、C-O、C-H、C-Cl等の結合を容易に切断でき、ここに励起酸素原子が反応して有機化合物を分解することができる。また、放電容器2中に封入された封入ガス6の圧力は、目的の波長のエキシマ光を得るためのガスの種類および所望する発光量に応じて、適宜条件設定して決定することができる。通常、10~60KPa程度の圧力で封入される。

【0020】内部管3は、放電容器2の内側に配置される。この内部管3は、通常、誘電体管である石英管または合成石英管が使用される。内部管3内には、内部電極5が設けられる。このため、図1からわかるように、放電用の封入ガス6は、放電容器2と内部管3とによって封入され、放電容器2の外側に配置された外部電極4と、内部管3の内側に配置された内部電極5との間に印加された高周波電圧によってエキシマが形成される。内部管3を、放電容器2内の概ね中心に配置することが好ましく、内部管3の外周面上でのエキシマ光を均一に発光させることができる。

【0021】内部管3内には窒素ガス7が導入され、この窒素ガス7によって内部管3が冷却される。窒素ガス7の種類は特に限定されるものではなく、市販の窒素ガス等を使用することができる。内部管3内に導入する窒素ガス7の温度を、熱交換機等によって下げることにより、内部管3をより一層冷却させることができる。窒素ガス7によって冷却された内部管3は、その劣化の度合いが放電容器2と同程度になるので、エキシマラン

プ全体として見たとき、その寿命を向上させることができる。

【0022】図2は、本発明のエキシマランプ1の内部管3と内部電極5の断面図である。内部管3の内径dと内部電極5の外径Dとの比(d/D)は、窒素ガス7が内部管3内に容易に導入されるように、1.1以上3.0以下であることが好ましい。このような一定の間隔が設けられていることによって、冷却媒体である窒素ガス7が内部管3内に容易に導入される。d/Dの比が1.1未満の場合には、内部管3と内部電極5との間の隙間が小さいので、内部管3内に導入される窒素ガス7の流れが悪く、内部管3を十分冷却することができない。一方、d/Dの比が3.0を超える場合には、窒素ガス7の流れが良いので内部管3を十分に冷却できるが、内部管3が太くなってエキシマランプ全体が太くなったり、内部電極5が細くなって均一な放電を起こすことができないおそれがある。従って、d/Dの比は、1.1以上3.0以下に限定した。

【0023】内部電極5は、ステンレス鋼、アルミニウムまたはその合金、銅、酸化銅またはそれらの合金等が好ましく用いられるが、良好な金属導電性を示して内部電極5として作用するものであれば従来公知の何れのものを使用してもよく、特に限定されない。このように、内部電極5は内部管3中に配置されるので、放電用の封入ガス6に直接接触しない。これにより、誘電体バリア放電が内部管3上の各部分で一様に生ずるという好ましい効果が得られる。

【0024】窒素ガス7を内部管3内に導入しやすいように、内部電極5の形状を、棒形状または中空パイプ形状とすることが好ましい。図3および図4は、本発明のエキシマランプ1の他の一例を示す断面図である。図5乃至図7は、エキシマランプ1の内部管3と内部電極5の断面図である。

【0025】図3に示すように、内部管3の両端が開いている場合には、内部電極5を棒形状とすることによって、その一端から他端に窒素ガス7を容易に流すことができ、内部管3を効率よく冷却することができる。一方、図4に示すように、内部管3の一端が封止されている場合には、中空パイプ形状の内部電極5とすることによって、中空パイプ形状の内部電極5の外側または内側から流入させた窒素ガス7を、その内側または外側から流出させて、内部管3を効率よく冷却することができる。なお、図5に示すように、中空パイプ形状の内部電極5を用いた場合も、内部管3の内径dと中空パイプ形状の内部電極5の外径Dとの比は、上述の範囲内であることが好ましい。

【0026】また、内部管3の一端が封止されている場合であっても、棒形状の内部電極5を用いることができる。例えば、図6に示すように、窒素ガス7を内部管3内に導入するための導入管8を、棒形状の内部電極5に

沿わせて内部管 3 内の封止された一端までまたは適当な位置まで挿入することによって、窒素ガス 7 を内部管 3 内に容易に導入させることができる。さらに、図 7 に示すように、内部管 3 内に配置する内部電極 5 の形状を、平板形状にすることによって、窒素ガス 7 の流入側と流出側を分けることができるので、窒素ガス 7 を内部管 3 内に容易に導入することができる。

【0027】上述した内部電極 5 の長さ L と内部電極 5 の外径 D との比 (L/D) が、10 以上 30 未満であることが好ましい。内部電極 5 の長さ L は、エキシマランプ 1 の長さ L と比例関係にあり、エキシマランプ 1 の長短によって内部電極 5 の長さ L がほぼ決定される。内部電極 5 の外径 D は、エキシマランプ 1 全体の太さに関係し、内部電極 5 の外径 D が大きくなるに従って、内部管 3 および放電容器 2 も太くなり、エキシマランプ 1 全体が太い形状となる。 L/D が 10 未満の場合には、いわゆる太い内部電極 5 を使用することになるので、内部管 3 内に導入した窒素ガス 7 によって内部管 3 を十分に冷却することができるが、エキシマランプ 1 全体が太くなるので、エキシマ光を発光するエキシマランプ 1 の表面積が小さくなり、あまり効率的でない。 L/D が 30 以上の場合には、細長い内部電極 5 を使用することになるので、内部管 3 内に窒素ガス 7 を十分に導入することができないおそれがあり、内部管 3 の冷却が不十分になるおそれがある。従って、 L/D を、10 以上 30 未満に限定した。また、 L/D がこの範囲内であれば、内部電極 5 の長さ L やその外径 D は、特に制限されず、長い内部電極 5 であっても短い内部電極 5 であっても良い。

【0028】外部電極 4 は、図 1 等に示すように、放電容器 2 の外周に設けられる。外部電極 4 としては、ステンレス、アルミニウム等の金属線を好ましく用いることができ、スパイラル状または網状して放電容器 2 の外周に設けることができる。また、これらの金属を棒状または短冊状にして、放電容器 2 の長手方向に沿って複数本沿わせて設けることもできる。スパイラル状または網状の外部電極 4 とした場合には、エキシマランプ 1 から発生する高周波の電磁波に対するシールド特性、いわゆる EMI シールド特性に優れている。また、棒状または短冊状にした外部電極 4 を放電容器 2 の長手方向に沿って複数本沿わせた場合には、エキシマランプ 1 の外周上に、エキシマ光が四方に照射される際に妨げとなるものが少なく、より多くのエキシマ光を被照射体に照射することができるので、被照射体はより多くの光量を得ることができる。

【0029】また、本発明のエキシマランプ 1 は、外部電極 4 と内部電極 5 との間に高周波電圧を印加して誘電体バリア放電させ、エキシマを発光させる。エキシマランプ 1 に高周波電圧を印加することにより、入力電力に対するエキシマ光の発光量を増加させることができ、十分な発光効率を得ることができる。その結果、熱効率が

よく、入力電力に対する発光効率に優れたエキシマランプとなるので、消費電力を小さくすることができ、経済的にも好ましい。印加される高周波電圧の周波数としては、1~20 MHz、好ましくは 5~16 MHz、更に好ましくは 11~15 MHz が好ましい。

【0030】この時、高周波電源 11 (図 8 参照) から出力される高周波電圧は、0.1~10 V が好ましく、更に好ましくは 0.1~5 V である。高周波電圧が 0.1 V 未満の場合には、外部電極 4 と内部電極 5 との間で十分な放電が起こらないので、十分なエキシマ光を発光させることができない。また、高周波電圧が 10 V を超える場合には、発光量が飽和し、入力電力に対して十分な発光効率を得ることができず、消費電力が大きくなるので効率が悪くなる。

【0031】このエキシマランプ 1 には、他の部材またはエキシマ発光装置の架台に固定させるための取付け部材を設けることができ、その構造、材質等は特に限定されない。例えば、金属製のフランジ形状のような取り付け部材 (図示しない) を放電容器 2 や外部電極 4 と接合させ、エキシマランプ全体を固定させることができる。

【0032】次に、本発明のエキシマ発光装置 20 について説明する。

【0033】図 8 は、本発明のエキシマ発光装置 20 の構成の一例を示す概略図である。本発明のエキシマ発光装置 20 は、光透過性に優れた誘電体からなる放電容器 2 と、放電容器 2 の内側に配置された内部管 3 と、放電容器 2 の外側に配置された外部電極 4 と、内部管 3 の内側に配置された内部電極 5 と、放電容器 2 内に充填された放電用の封入ガス 6 とを備えたエキシマランプ 1 と、外部電極 4 と内部電極 5 との間に高周波電圧を印加するための高周波電源 11 と、内部管 3 内に窒素ガス 7 を導入させるための窒素ガス循環冷却装置 13 とから構成される。そして、この高周波電源 11 によって、エキシマランプ 1 の外部電極 4 と内部電極 5 との間に、1~20 MHz の高周波電圧を印加することにより放電容器 2 内にエキシマが形成され、エキシマ光が発光する。エキシマ発光装置 20 を構成するエキシマランプ 1 において、そのエキシマランプ 1 が備える放電容器 2、内部管 3、外部電極 4、内部電極 5 およびその作用・効果については、上述した通りである。

【0034】窒素ガス循環冷却装置 13 は、内部管 3 に窒素ガス 7 を導入させるために設けられている。この窒素ガス循環冷却装置 13 によって循環される窒素ガス 7 が、内部管 3 に導入されて内部管 3 を冷却する。その結果、エキシマ光と熱によって徐々に劣化していく内部管 3 の劣化の度合いを、放電容器 2 の劣化の度合いと同程度とすることができ、エキシマランプ 1 全体としての寿命を向上させることができる。特に、200 nm 以下の真空紫外線領域の波長のエキシマ光を発生させるエキシマランプ発光装置 20 において、その内部管 3 の劣化を

より一層抑制することができる。

【0035】窒素ガス循環冷却装置 13 には、循環される窒素ガス 7 を冷却する熱交換機や、濾過フィルター等を必要に応じて設けることが好ましい。この窒素ガス循環冷却装置 13 によって、窒素ガス 7 を循環して用いることができるので、経済性に優れると共に、熱交換や濾過を行うことによって冷却性能に優れた窒素ガス 7 を内部管 3 内に導入させることができる。

【0036】エキシマ発光装置 20 を構成する高周波電源 11 は、エキシマランプ 1 の外部電極 4 と内部電極 5 との間に、1 ~ 20 MHz の高周波電圧を印加するための電源であればよく、高周波電源 11 から印加される周波数および電圧が上述した通りの作用乃至効果を示すものであれば、図 8 に示すような構成に限定されない。すなわち、図 8 のエキシマ発光装置 20 は、高周波電源 11 を電源装置 9 の主要部として構成する一例を示したものであり、電源装置 9 を構成する他の構成要素、例えばマッチングコントローラー 10 や可変コンデンサー C 1、C 2 などを内蔵する高周波電源 11 であっても何ら差し支えない。

【0037】ここで示す電源装置 9 は、基本構成として、高周波電源 11 と、マッチングコントローラー 10 と、インダクタンス L 1、L 2 と、可変コンデンサー C 1、C 2 とからなる。電源装置 9 には、交流電源 12 から通常約 100 V の電力が印加される。この電力は、高周波電源 11 によって、上述したような 1 ~ 20 MHz のうちの所定の周波数に周波数変換され、高周波電源 11 から出力される。この時の高周波電圧は、上述したように、0.1 ~ 10 V が好ましく、更に好ましくは 0.1 ~ 5 V である。そして、図 6 に示した電源装置 9 内の回路によって、高周波電源 11 から出力された出力インピーダンス Z 1 と、エキシマランプ 1 に入力される際の入力インピーダンス Z 2 とをマッチングさせるために、マッチングコントローラー 10 により可変コンデンサー C 1 を調整し、エキシマランプ 1 からエキシマ光が最も効率よく発光するようにコントロールされる。

【0038】例えば、放電容器 2 の外周面から、放射照度が 10 mW/cm^2 のエキシマ光を照射するためには、本発明のエキシマランプ 1 を用いたエキシマ発光装置 20 の場合は、13.56 MHz の高周波を 25 ~ 30 W の電力でエキシマランプ 1 に入力すればよい。しかしながら、従来型のエキシマランプの場合は、その誘電体バリア放電が高周波電圧の印加によっては行なわれておらず、通常 40 ~ 300 KHz の周波数で、1 ~ 10 KV の電圧がエキシマランプに印加されている。そのため、従来型のエキシマランプを使用した場合、放射照度が 10 mW/cm^2 のエキシマ光を照射するためには、約 50 W の電力をエキシマランプに入力しなければならず、本発明の約半分程度の発光効率である。従って、従来型のエキシマランプは、本発明のエキシマランプと比

べると、印加エネルギーがエキシマ光に効率よく変換できずに熱エネルギーに変化するので、エキシマランプ自体が発熱することとなる。

【0039】

【発明の効果】以上説明したように、本発明のエキシマランプによれば、内部管内に窒素ガスを導入することによって内部管を冷却することができるので、内部管の劣化の度合いを放電容器と同程度にすることができ、エキシマランプの寿命を向上させることができる。特に、200 nm 以下の真空紫外線領域の波長のエキシマ光を発生させるエキシマランプにおいて、その内部管の劣化をより一層抑制することができる。窒素ガスを冷却媒体としているので、取り扱いが安全であり、エキシマランプの構造も簡単にすることができる。

【0040】また、本発明のエキシマ発光装置によれば、内部管に窒素ガスを導入させるための窒素ガス循環冷却装置が設けられているので、内部管を冷却することによって、内部管の劣化の度合いを放電容器と同程度とすることができ、エキシマランプの寿命を向上させることができる。窒素ガスを冷却媒体とする循環冷却装置であるので、液体循環装置に比べて取り扱いや装置保全が簡単且つ安全であり、エキシマランプ発光装置全体の構造も簡単にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明のエキシマランプの一例を示す断面図である。

【図 2】本発明のエキシマランプの内部管と内部電極の断面図である。

【図 3】本発明のエキシマランプの他の一例を示す断面図である。

【図 4】本発明のエキシマランプの他の一例を示す断面図である。

【図 5】図 4 に示したエキシマランプの内部管と内部電極の断面図である。

【図 6】エキシマランプの内部管と内部電極の他の一例を示す断面図である。

【図 7】エキシマランプの内部管と内部電極の他の一例を示す断面図である。

【図 8】本発明のエキシマ発光装置の構成の一例を示す概略図である。

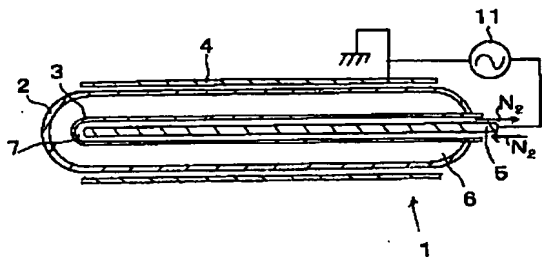
【符号の説明】

- 1 エキシマランプ
- 2 放電容器
- 3 内部管
- 4 外部電極
- 5 内部電極
- 6 封入ガス
- 7 窒素ガス
- 8 導入管
- 9 電源装置

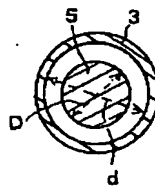
- 11
10 マッチングコントローラー
11 高周波電源
12 交流電源
20 エキシマ発光装置

- 12
L 1、L 2 インダクタンス
C 1、C 2 可変コンデンサー
Z 1 出力インピーダンス
Z 2 入力インピーダンス

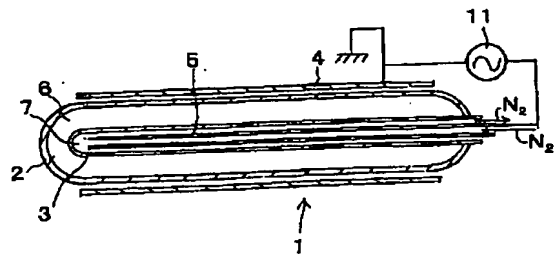
【図 1】



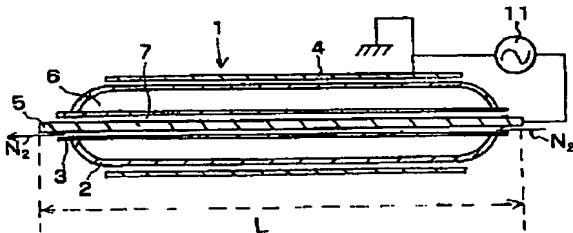
【図 2】



【図 4】



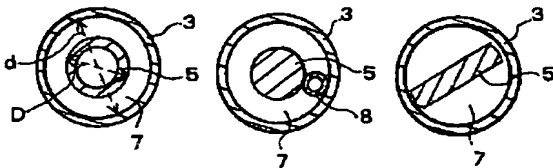
【図 3】



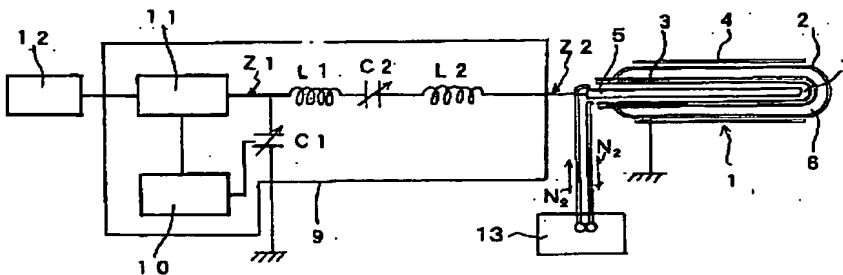
【図 5】

【図 6】

【図 7】



【図 8】



THIS PAGE BLANK (USPTO)